

CIRCUIT MANUFACTURE AND ALIGNER

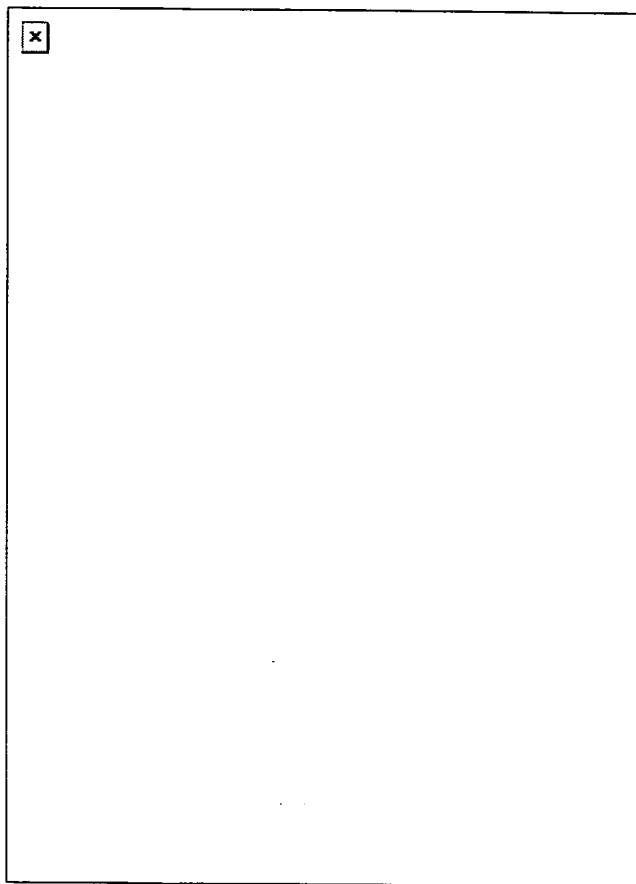
Patent number: JP7142385
Publication date: 1995-06-02
Inventor: HIROSE TAKAMASA
Applicant: CANON INC
Classification:
- **International:** H01L21/027; G03B27/32; G03B27/72; G03F7/20
- **European:**
Application number: JP19940089986 19940427
Priority number(s):

Abstract of JP7142385

PURPOSE:To print a clear integrated circuit pattern on a wafer by constituting a lens system of an SiO₂-containing optical material alone and by providing a narrow band means which narrows a wavelength wide of laser light.

CONSTITUTION:A pattern of a mask is illuminated by laser beam from a ultraviolet ray laser, and a pattern of the mask is projected and exposed on a wafer by a lens system by narrow band means which narrows a wavelength width of laser beam by an SiO₂-containing optical material alone. The lens system has three lens groups I to III, and is arranged in a reduction system of a second lens group II of negative refractive power at a central part of the lens system and a first lens group I and a third lens group III of positive refractive power at both sides thereof.

Thereby, even an integrated circuit pattern having a submicron line width can be printed on a wafer clearly.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-142385

(43)公開日 平成7年(1995)6月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32	F	8102-2K		
27/72	Z	8411-2K		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 1 5 D
		7352-4M		5 2 9

審査請求 有 発明の数 2 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

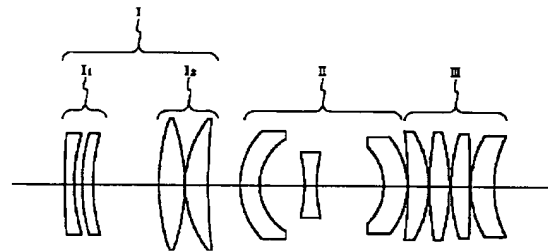
(21)出願番号 特願平6-89986
(62)分割の表示 特願平1-330388の分割
(22)出願日 昭和58年(1983)12月28日

(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者 広瀬 ▲隆▼昌
神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ
ノン株式会社小杉事業所内
(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

(54)【発明の名称】 回路製造方法及び露光装置

(57)【要約】

【目的】 鮮明な集積回路パターンを焼き付けること。
【構成】 エキシマレーザーからの紫外線レーザー光で集積回路パターンを照明し、レンズ系を介して集積回路パターンをウエハー上に焼き付けて集積回路を製造するために、前記レンズ系をS i O₂を含む光学材料のみで構成し、且つ前記レンズ系に入射するレーザー光の波長幅を狭くする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 紫外線レーザーからのレーザー光で集積回路パターンを照明し、レンズ系を介して集積回路パターンをウエハー上に焼き付けて集積回路を製造する集積回路製造方法において、前記レンズ系は SiO_2 を含む光学材料のみで構成され、且つ前記レンズ系に入射するレーザー光の波長幅を狭くしたことを特徴とする回路製造方法。

【請求項2】 紫外線レーザーからのレーザー光でマスクのパターンを照明し、レンズ系を介して該マスクのパターンをウエハー上に投影する露光装置において、前記レンズ系は SiO_2 を含む光学材料のみで構成され、且つ前記レンズ系に入射するレーザー光の波長幅を狭くする狭帯域化手段を備えたことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はIC、LSIなどの回路製造方法及び露光装置に関し、特に、比較的強度が大きな紫外域のレーザー光を用いた回路製造方法及び露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、IC、LSIなどの集積回路のパターンをウエハー上に焼き付けて集積回路を製造する為に、投影露光装置が使用されている。この種の投影露光装置の殆どが、水銀灯による中心波長436nm又は365nmの光を集積回路のパターンに照射し、投影レンズ系により集積回路のパターンをウエハー上に投影することにより、焼き付けを行っている。

【0003】しかしながら、水銀灯による中心波長436nm又は365nmの光は強度が小さく、焼き付けに長い時間を要するため、これらの光より強度が大きな光を放射する露光用の光源が要望されていた。

【0004】この要望に答えて、特開昭57-198631号公報では、比較的強度が大きな紫外域の光を放射するレーザーを、露光用の光源として使用することを提案している。この公報が示す投影露光装置は、マスクパターンをウエハー上に投影露光する時にエキシマレーザーからのレーザー光を用いることにより、焼付時間を短縮し、装置のスループットを向上させている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが本願発明者が検討したところ、0.5ミクロンといったサブミクロンの線幅を持つ集積回路パターンをウエハー上に焼き付ける場合、上記公報の投影露光装置の如く、単にエキシマレーザーからレーザー光をマスクに照射するだけでは、投影レンズ系で生じる色収差の影響で、鮮明な集積回路パターンをウエハー上に焼き付けられないことが解った。

【0006】本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、紫外線レーザーを光源として用い、鮮明な

2

集積回路パターンをウエハー上に焼き付けることが可能な集積回路製造用投影露光装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明は、紫外線レーザー光で回路のパターンを照明し、レンズ系により集積回路のパターンをウエハー上に投影して焼き付ける回路製造方法及び露光装置において、上記レンズ系を SiO_2 を含む光学材料のみで構成し、上記レーザー光の波長幅を狭くする狭帯域化手段を有することを特徴としている。

【0008】本発明は、狭帯域化手段でレーザー光の波長幅を狭くすることにより、投影レンズ系で生じる色収差を抑制することができるので、サブミクロンの線幅を持つ集積回路パターンであっても、ウエハー上に、鮮明に焼き付けることが可能になる。

【0009】

【実施例】前述の通り、本発明は紫外線レーザー光の波長幅を狭くする手段を有することが特徴であり、他の構成に関しては、例えば前述の特開昭57-198631号公報にも記載されているので、ここでは、図示と説明を省略する。

【0010】さて、本実施例では、波長248.5nmを主たる発光スペクトルとするエキシマレーザーを用い、インジェクションロッキング等の手段（狭帯域化手段）によって波長幅を狭くしたレーザー光を投影露光に使用する。

【0011】また、後述するように、投影レンズ系は、単一のガラス材料（ SiO_2 ）で構成した。単一の材料で構成できたのは、色収差を考慮する必要のない、非常に狭い発光スペクトルのレーザー光が使用できるようになったためである。従って、本実施例の装置は、従来の回路製造用投影露光装置では考えられなかった、極めて新規な投影レンズ系を搭載している。このような投影レンズ系を単一の材料で構成できると、投影露光に使用するレーザー光に対して最も透過率が良く且つレンズ加工の精度が優れた材料のみで投影レンズ系を構成することが可能になり、装置の性能を大幅に向上させることができる。

【0012】本実施例の投影レンズ系に関して説明する。以下に示す投影レンズ系の実施例は、何れも、熔融石英のみの単一の硝材で構成しており、設計波長は248.5nmである。但し、波長248.5nmの光が透過する材料であれば熔融石英でなくても例えば CaF_2 、 MgF_2 でも良い。

【0013】本実施例の投影レンズ系の主たる特徴は、物体側より順に正、負そして正の屈折力の第1、第2そして第3レンズ群の3つのレンズ群より構成し、前記第1、第2、第3レンズ群を各々単一のガラス材料の複数のレンズより構成すると共に前記第1、第2そして第3レンズ群の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、 f_3 とするとき

3

$$0.8 \leq |f_1 / f_2| \leq 3.8 \dots (1)$$

$$1.1 \leq |f_1 / f_3| \leq 4 \dots (2)$$

なる条件を満足することである。

【0014】このように、投影レンズ系は3つのレンズ群を有しており、レンズ系の中央部に負の屈折力の第2レンズ群とその両側に正の屈折力の第1、第3レンズ群を配置した縮小系で構成しており、前述の条件式(1)、(2)を設定することにより良好なる収差補正を達成している。

【0015】条件(1)、(2)はレンズ性能の基本の1つとして各レンズ群の屈折力を適切に設定することにより像面湾曲を良好に補正するための条件で、下限値を越えるとベッツバール和が大となり像面湾曲が補正不足となり、上限値を越えると像面湾曲が補正過剰となり全画面を良好に収差補正するのが困難となる。

【0016】更に、より良好なる収差補正を達成するためには、前記第1レンズ群を物体側より順に負と正の屈折力の2つのレンズ群 I_{11} 、 I_{12} より構成し、前記レンズ群 I_2 は両レンズ面が凸面の両凸レンズ I_{21} と正の屈折力のレンズ I_{22} の各々少なくとも1枚を有するレンズ系で構成し、前記第2レンズ群を物体側と像面側の各々凸面を向けたメニスカス状の負の屈折力のレンズを有するように構成すると共に、前記レンズ群 I_2 の焦点距離を f_{12} 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき

【0017】

【外1】

$$0.9 \leq \left| \frac{f_{12}}{f_2} \right| \dots (3)$$

なる条件を満足させれば良い。

【0018】前記レンズ I_{22} は、投影レンズ系の縮小倍率が $1/3 \sim 1/7$ 程度のときは物体側に凸面を向けたメニスカス状のレンズで構成され、投影レンズ系の縮小倍率が $1/7 \sim 1/12$ 程度の時は両凸レンズで構成され、このように構成することにより収差を良好に補正できる。

【0019】投影レンズ系としての結像性能を全画面にわたり良好に保つためには、像面湾曲の補正のほかにコマ収差を全画面にわたって殆ど零近く補正した上で、更に球面収差、軸外のハロー収差を補正しなければならない。それには条件(1)、(2)を満足する光学系に於いて、第2レンズ群の物体側と像面側に、それぞれ凸面を向けた負の屈折力のメニスカス状のレンズを設けるのが好ましい。

【0020】本投影レンズ系においては、球面収差の補正を主に第2レンズ群のレンズ面の曲率半径を適切に設定して行っている。このとき、球面収差と同時にコマ収差も同時に補正しているが、そのためには第2レンズ群を少なくとも2つの負の屈折力のメニスカス状のレンズによって構成するのが良い。1つは物体側に凸面を向け、他の1つは像面に凸面を向けたレンズ形状で構成するこ

4

とである。これは、全レンズ系を正、負、正の3つのレンズ群で構成は、第2レンズ群に第1、第3レンズ群で発生する球面収差の補正不足分を補正する作用をもたせるのである。そして、第2レンズ群において少なくとも2つの負の屈折力のメニスカス状のレンズを前述の如く配置することにより、コマ収差の補正、即ち軸外光線より上の光束部分と下の光束部分とのバランスをとっている。即ち、下の光束部は物体側に配置された物体側に凸面を向けたメニスカスレンズによって、上の光束部は像側に配置された像面側に凸面を向けた負のメニスカス状のレンズによって、軸外光束の収差をバランス良く補正することが出来て、軸外コマ収差の良好なる補正が可能となる。しかも、軸外光束の主光線は第2レンズ群の光軸近傍を通過するので、第2レンズ群の構成(形状)そのものは歪曲収差、非点収差にそれ程影響をあたえず、屈折系を3部分系で構成して条件(1)、(2)におさえることによって、第2レンズ群により球面収差、コマ収差の補正を良好に行うことが出来る。特に、コマ収差の補正は前述の負のメニスカス状のレンズを適切に配置することにより補正できる。そして更に軸外のメリデオナル、サジタルハローを良好に補正するために条件(3)を満足することが好ましい。3部分系で構成されるレンズ系に於いて、物体側の第1レンズ群の両凸レンズ及び正レンズはメニスカス状のレンズの合成の屈折力が第2部分系である第2レンズ群の屈折力と比較して強すぎると、球面収差、コマ収差を補正したとき、第1レンズ群で高次のハロー収差が発生し全画面にわたっての補正が、特に単一に硝材の場合、僅かな屈折率差を利用したり、高屈折率と低屈折率の硝材を使つての収差補正を行うと、高次収差が発生し良好なる補正が困難となる。

【0021】従つて、条件(1)、(2)を満足し且つ条件(3)の範囲にあることが、特に単一硝材から構成される投影レンズ系を設計するときは好ましい。後述する実施例(1)、(3)、(6)、(7)、(8)、(9)はいずれも条件(3)を満足し、実施例(2)、(4)はその限界に近い値であることを示す。条件(1)、(2)、(3)は、集積回路の焼付用の投影レンズ系として要求される結像性能(解像力、コントラスト)を満足させるための条件であったが、更に、この種の投影レンズ系として要求される重要な性能条件として歪曲収差がある。

【0022】IC、LSIの製造にあたっては、ウエハに対して何回も焼付工程を行うため各焼付工程毎にアライメントを行う必要があり、又、各焼付工程が互いに別の投影露光装置で行われることもある。従つて、各工程のパターン同志を正確にアライメントするためには投影レンズ系の歪曲収差を殆ど零におさえなければならない。

【0023】特に、単一の硝材を用いて歪曲収差を殆ど

5

等におさえる縮小投影レンズ系は、正、負、正の屈折力の3つのレンズ群から構成し、更に前記第1レンズ群を物体側より順に負と正の屈折力の2つのレンズ群 I_1 、 I_2 より構成し、前記レンズ群 I_1 、 I_2 の焦点距離を各々 f_{11} 、 f_{12} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とすると

【0024】

【外2】

$$0.8 \leq \left| \frac{f_{11}}{f_1} \right| \leq 2.6 \dots (4)$$

$$0.3 \leq \left| \frac{f_{12}}{f_1} \right| \leq 1.1 \dots (5)$$

なる条件を満足するように構成するのが好ましい。

【0025】本投影レンズ系においては、縮小系として設計し、第1レンズ群を、物体側からみて負と正の屈折力の2つのレンズ群 I_1 、 I_2 に分け、主にレンズ群 I_1 で歪曲収差を補正している。

【0026】特に、レンズ群 I_1 を少なくとも2つ以上の物体側に凸面を向けた負の屈折力のメニスカス状のレンズで構成するのが、歪曲収差を良好に補正するのに好ましい。尚、3つ以上のレンズで構成すれば、各レンズの屈折力の分担が少なくなり、他の諸収差の影響も少なくなつて好ましい。

【0027】又、レンズ I_2 を屈折力を正とし、少なく

6

とも2つ以上の正の屈折力のレンズで構成することにより、軸外主光線が通過する位置は光軸近傍であることから、歪曲収差、非点収差の補正をすると共に軸外コマ、ハローを良好に補正している。

【0028】条件(4)の上限値若しくは条件(5)の下限値を越えると、負の歪曲収差が多く発生し好ましくなく、又条件(4)の下限値若しくは条件(5)の上限値を越えると正の歪曲収差が発生すると共に他の諸収差の発生量も多くなり好ましくない。

10 【0029】次に本投影レンズ系の数値実施例1~10の諸数値を示す。数値実施例において、 R_1 は物体側より順に1番目のレンズ面の曲率半径、 D_1 は物体側より順に第1番目の軸上レンズ厚及び軸上空気間隔、 N_1 は物体側より順に第1番目のレンズのガラスの屈折率である。

【0030】硝材の SiO_2 は熔融石英であり、波長248.5nmでの屈折率は1.521130である。

【0031】数値実施例1~5は倍率1/5、 $NA=0.3$ 、画面サイズ14×14mmの投影レンズ系を、数値実施例6~10は倍率1/10、 $NA=0.35$ 、画面サイズ10×10mmの投影レンズ系を、示している。

【0032】

【外3】

(5)

特開平7-142385

7
数值实施例1

8

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>硝材</u>
1	2000.527	8.00	SiO ₂
2	215.968	6.85	
3	211.060	8.00	SiO ₂
4	128.641	60.00	
5	195.942	24.00	SiO ₂
6	-218.473	1.00	
7	99.751	20.00	SiO ₂
8	388.304	30.00	
9	76.621	20.00	SiO ₂
10	50.484	40.00	
11	-67.422	12.00	SiO ₂
12	292.877	60.00	
13	-48.915	20.00	SiO ₂
14	-67.129	1.00	
15	-387.231	18.00	SiO ₂
16	-117.983	1.00	
17	307.379	16.50	SiO ₂
18	-238.794	1.00	
19	139.999	18.50	SiO ₂
20	1444.435	1.00	
21	36.822	20.00	SiO ₂
22	102.183		

[0033]

[外4]

(6)

特開平7-142385

9
数值实施例2

10

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>硝材</u>
1	-856.710	8.00	SiO ₂
2	195.588	6.85	
3	256.890	8.00	SiO ₂
4	100.855	75.50	
5	229.819	24.00	SiO ₂
6	-156.275	1.00	
7	111.478	15.00	SiO ₂
8	300.960	2.75	
9	195.798	17.00	SiO ₂
10	451.070	3.35	
11	96.357	42.00	SiO ₂
12	45.106	15.00	
13	-177.155	12.00	SiO ₂
14	-168.640	22.00	
15	-43.270	40.00	SiO ₂
16	-79.931	4.00	
17	-9783.000	18.00	SiO ₂
18	-117.930	1.95	
19	423.780	16.50	SiO ₂
20	-270.027	2.00	
21	170.348	18.50	SiO ₂
22	329.598	25.00	
23	81.424	20.00	SiO ₂
24	107.270		

[0034]

[外5]

(7)

特開平7-142385

11
数值实施例3

12

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>銷材</u>
1	4168.419	8.00	SiO ₂
2	200.360	6.85	
3	227.621	3.00	SiO ₂
4	129.791	55.00	
5	202.930	24.00	SiO ₂
6	-203.575	1.00	
7	97.004	20.00	SiO ₂
8	376.946	25.00	
9	73.952	20.00	SiO ₂
10	49.693	45.00	
11	-68.265	12.00	SiO ₂
12	324.260	40.00	
13	-45.280	20.00	SiO ₂
14	-63.048	1.00	
15	-381.898	18.00	SiO ₂
16	-105.801	1.00	
17	380.662	16.50	SiO ₂
18	-227.226	1.00	
19	145.429	18.50	SiO ₂
20	1903.560	1.00	
21	87.353	20.00	SiO ₂
22	106.271		

[0035]

[外6]

(8)

特開平7-142385

13
数值实施例4

14

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>硝材</u>
1	-856.710	8.00	SiO ₂
2	195.588	6.82	
3	256.890	8.00	SiO ₂
4	100.855	75.50	
5	229.819	24.00	SiO ₂
6	-156.275	1.00	
7	111.478	15.00	SiO ₂
8	300.960	2.75	
9	195.798	17.00	SiO ₂
10	451.070	3.35	
11	95.355	42.00	SiO ₂
12	44.980	15.00	
13	-118.441	12.00	SiO ₂
14	-173.706	22.00	
15	-43.484	40.00	SiO ₂
16	-81.052	4.00	
17	-9783.000	18.00	SiO ₂
18	-117.930	1.95	
19	423.480	16.50	SiO ₂
20	-270.027	2.00	
21	170.348	18.50	SiO ₂
22	329.598	25.00	
23	81.424	20.00	SiO ₂
24	107.270		

[0036]

[外7]

(9)

特開平7-142385

15
数值实施例5

16

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>硝材</u>
1	1682.184	8.00	SiO ₂
2	167.069	6.85	
3	165.830	8.00	SiO ₂
4	127.666	60.00	
5	195.942	24.00	SiO ₂
6	-218.473	1.00	
7	99.751	20.00	SiO ₂
8	388.304	30.00	
9	76.621	20.00	SiO ₂
10	50.484	40.00	
11	-67.422	12.00	SiO ₂
12	292.877	60.00	
13	-48.915	20.00	SiO ₂
14	-67.129	1.00	
15	-387.231	18.00	SiO ₂
16	-117.983	1.00	
17	307.379	16.50	SiO ₂
18	-238.794	1.00	
19	139.999	18.50	SiO ₂
20	1444.435	1.00	
21	84.453	20.00	SiO ₂
22	97.937		

[0037]

[外8]

(10)

特開平7-142385

17
数值实施例6

18

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>硝材</u>
1	419.004	8.00	SiO ₂
2	121.565	6.85	
3	575.567	8.00	SiO ₂
4	130.691	60.00	
5	243.521	24.00	SiO ₂
6	-189.899	1.00	
7	178.626	20.00	SiO ₂
8	-587.514	30.00	
9	70.167	20.00	SiO ₂
10	49.060	55.00	
11	-80.629	12.00	SiO ₂
12	162.193	30.00	
13	-38.345	20.00	SiO ₂
14	-53.859	1.00	
15	-486.676	18.00	SiO ₂
16	-88.984	1.00	
17	282.794	16.50	SiO ₂
18	-231.051	1.00	
19	120.605	18.50	SiO ₂
20	572.790	1.00	
21	68.110	20.00	SiO ₂
22	103.072		

【0038】

【外9】

(11)

特開平7-142385

19
数值实施例7

20

	<u>R</u>	<u>D</u>	<u>硝材</u>
1	444.871	8.00	SiO ₂
2	150.156	6.84	
3	1659.570	8.00	SiO ₂
4	192.927	20.00	
5	201.778	24.00	SiO ₂
6	-198.369	1.00	
7	221.404	20.00	SiO ₂
8	14386.600	85.00	
9	62.746	20.00	SiO ₂
10	43.854	55.00	
11	-123.923	12.00	SiO ₂
12	90.040	30.00	
13	-36.999	20.00	SiO ₂
14	-49.482	27.50	
15	-519.716	18.00	SiO ₂
16	-110.028	1.00	
17	311.390	16.50	SiO ₂
18	-265.186	1.00	
19	121.675	18.50	SiO ₂
20	746.328	1.00	
21	68.122	20.00	SiO ₂
22	122.588		

【0039】

【外10】

21
数值实施例8

	<u>R</u>
1	13560.936
2	222.932
3	201.583
4	127.682
5	213.442
6	-197.092
7	109.312
8	308.248
9	80.091
10	49.108
11	-72.470
12	270.667
13	-48.129
14	-63.633
15	-416.538
16	-108.697
17	350.352
18	-246.480
19	135.104
20	1379.830
21	79.637
22	112.466

[0040]

D

8.00
6.85
8.00
60.00
24.00
1.00
20.00
30.00
20.00
40.00
12.00
55.00
20.00
1.00
18.00
1.00
16.50
1.00
18.50
1.00
20.00

[外11]

22

硝材

SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂
SiO ₂

(13)

特開平7-142385

23
数值实施例9

24

	<u>R</u>	<u>D</u>	硝材
1	13560.936	8.00	SiO ₂
2	222.932	6.85	
3	201.583	8.00	SiO ₂
4	127.682	60.00	
5	213.442	24.00	SiO ₂
6	-197.092	1.00	
7	109.312	20.00	SiO ₂
8	308.248	30.00	
9	79.369	20.00	SiO ₂
10	48.750	40.00	
11	-72.247	12.00	SiO ₂
12	248.795	55.00	
13	-46.898	20.00	SiO ₂
14	-61.747	1.00	
15	-416.538	18.00	SiO ₂
16	-108.697	1.00	
17	350.352	16.50	SiO ₂
18	-246.480	1.00	
19	135.104	18.50	SiO ₂
20	1379.830	1.00	
21	79.637	20.00	SiO ₂
22	112.446		

[0041]

[外12]

数値実施例10

	R	D	硝材
1	422.756	8.00	SiO ₂
2	150.109	6.85	
3	1880.246	8.00	SiO ₂
4	191.730	20.00	
5	201.773	24.00	SiO ₂
6	-198.369	1.00	
7	221.404	20.00	SiO ₂
8	14386.600	85.00	
9	62.746	20.00	SiO ₂
10	43.854	55.00	
11	-123.923	12.00	SiO ₂
12	90.040	30.00	
13	-36.999	20.00	SiO ₂
14	-49.482	27.50	
15	-519.716	13.00	SiO ₂
16	-110.023	1.00	
17	311.390	16.50	SiO ₂
18	-265.186	1.00	
19	121.675	18.50	SiO ₂
20	746.328	1.00	
21	68.124	20.00	SiO ₂

【0042】数値実施例1～10と前述の各条件式との関係は次の如くである。

* 【0043】
* 【表1】

条 件 式	数 値 実 施 例									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$0.8 \leq f_1/f_2 < 3.8$	1.93	0.89	1.86	0.9	1.92	2.23	3.48	2.15	2.16	3.48
$1.1 \leq f_1/f_3 \leq 4$	1.59	1.14	1.65	1.14	1.59	2.45	3.79	1.97	1.97	3.79
$0.9 \leq f_{12}/f_2 $	1.64	0.85	1.53	0.85	1.64	1.66	1.82	1.74	1.75	1.82
$0.8 \leq f_{11}/f_1 \leq 2.6$	1.99	1.42	1.76	1.42	2.68	1.01	0.81	1.72	1.72	0.81
$0.3 < f_{11}/f_{12} < 1.1$	0.17	0.94	0.68	0.94	0.31	1.01	1.05	0.63	0.63	1.10

【0044】図1と図2に各々本発明の数値実施例1と数値実施例6が示す投影レンズ系のレンズ断面図を示す。

【0045】又、数値実施例1～10の収差図を各々図3～図12に示す。

50 【0046】数値実施例(1)の投影レンズ系は、図3

に収差カーブで示す如く良好に収差補正がなされている。数値実施例(2)の投影レンズ系は条件(1)、

(2)の下限值近傍の値をとる場合の例で、その図4で示す収差カーブを数値実施例(1)の図3で示す収差カーブと比較すると条件(1)、(2)の下限值に近づくことにより負の屈折力のレンズ群の屈折力が弱くなり、その為Petzval和が正に大きくなり、像面湾曲の補正がそれほどうまくいかない。即ち、条件(1)、(2)の下限値を越えると像面湾曲がアンダーとなり、投影レンズの重要な要件である全画面一様な高解像度という条件を満足するのが困難となる。

【0047】条件(1)、(2)の下限值側の例として数値実施例(2)を挙げ数値実施例(1)と比較したが、その中間に近い例として数値実施例(3)がある。この実施例(3)の収差カーブを図5で示すが、条件(1)、(2)を満足しており像面湾曲は良好である。

【0048】数値実施例(4)は、数値実施例(2)の投影レンズ系の球面収差を更に補正した例である。

【0049】数値実施例(6)の投影レンズ系は倍率1/10の仕様をもつ縮小系を示し、図8で示す如き収差カーブを有し、条件(1)、(2)を満足することによって性能は良好となっている。

【0050】数値実施例(7)の投影レンズ系は条件(1)、(2)の上限近傍にある例で、図9の収差カーブに示される如く、数値実施例(6)と比較して、レンズ系の構成が条件(1)、(2)の上限値に近づいている為に第2レンズ群の屈折力が弱くなり、そのためPetzval和が小になって像面湾曲が補正過剰となり、投影レンズとしての要求性能の全画面一様な高解像力をもつという条件の限界に近づいている。

【0051】条件(1)、(2)の上限値として数値実施例(7)を挙げ数値実施例(6)と比較したが、その中間として数値実施例(8)がある。数値実施例(8)の投影レンズ系の収差カーブを図10に示す。この投影レンズ系は条件(1)、(2)を満足し、像面湾曲は良好に補正されている。

【0052】数値実施例(9)は、数値実施例(8)の投影レンズ系の球面収差がやや補正過剰であることを補正した例である。数値実施例(5)は前述の条件(4)の上限値、及び条件(5)の下限値の近傍の構成をもつ投影レンズ系を示し、図7に示す如く歪曲収差が負(補正不足)となり、要求性能の限界値に近づいている。数値実施例(10)は条件(4)の下限値、及び条件(5)の上限値の近傍の構成をもつ投影レンズ系を示し、歪曲収差が正となって補正過剰となっており、要求性能の限界に近づいている。

【0053】本投影露光装置の投影レンズ系においては、図1と図2に示すように第1レンズ群を2つのレンズ群I₁、I₂に分けて考え、各々のレンズ群のレンズ構成を特定することによって所定の収差を補正してい

る。

【0054】又、第2レンズ群は、図1と図2の実施例に示す如く、中間の負の屈折力のレンズを配置し、球面収差を良好に補正しているが、第2レンズ群の物体側と像面側の負の屈折力のメニスカス状のレンズに球面収差の補正を分担させれば、このレンズを特に用いなくても良い。

【0055】又、本投影露光装置の投影レンズ系においては、第3レンズ群を、物体側より順に像面側に凸面を向けたメニスカス状のレンズ、両凸レンズ、物体側に凸面を向けた正の屈折力のメニスカス状のレンズを2枚配置し、合計4枚のレンズで構成するのが好ましい。これは全画面にわたり良好なる収差補正を達成するのに有効である。尚、4枚以上のレンズで、例えば両凸レンズを2つの分けて、合計5枚のレンズで構成しても良い。

【0056】

【発明の効果】以上、本発明では、狭帯域化手段でレーザー光の波長幅を狭くすることにより、レンズ系で生じる色収差を抑制することができるので、サブミクロンの線幅を持つ回路パターンであっても、ウエハー上に、鮮明に焼き付けることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に用いるレンズ系の数値実施例1のレンズ断面図である。

【図2】本発明に用いるレンズ系の数値実施例6のレンズ断面図である。

【図3】本発明に用いるレンズ系の数値実施例1の諸収差図である。

【図4】本発明に用いるレンズ系の数値実施例2の諸収差図である。

【図5】本発明に用いるレンズ系の数値実施例3の諸収差図である。

【図6】本発明に用いるレンズ系の数値実施例4の諸収差図である。

【図7】本発明に用いるレンズ系の数値実施例5の諸収差図である。

【図8】本発明に用いるレンズ系の数値実施例6の諸収差図である。

【図9】本発明に用いるレンズ系の数値実施例7の諸収差図である。

【図10】本発明に用いるレンズ系の数値実施例8の諸収差図である。

【図11】本発明に用いるレンズ系の数値実施例9の諸収差図である。

【図12】本発明に用いるレンズ系の数値実施例10の諸収差図である。

【符号の説明】

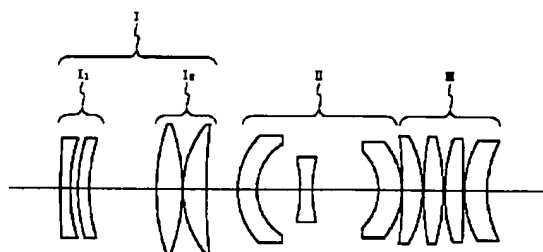
- I 第1レンズ群
- I I 第2レンズ群
- I I I 第3レンズ群

Y 像高

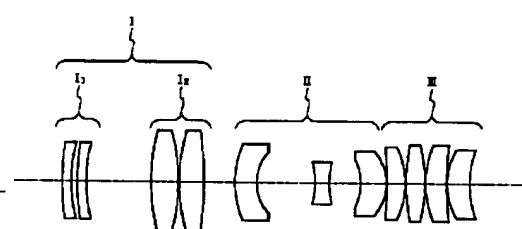
S サジタル像面

M メリジонаル像面

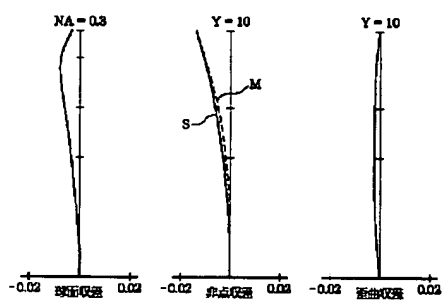
【図1】



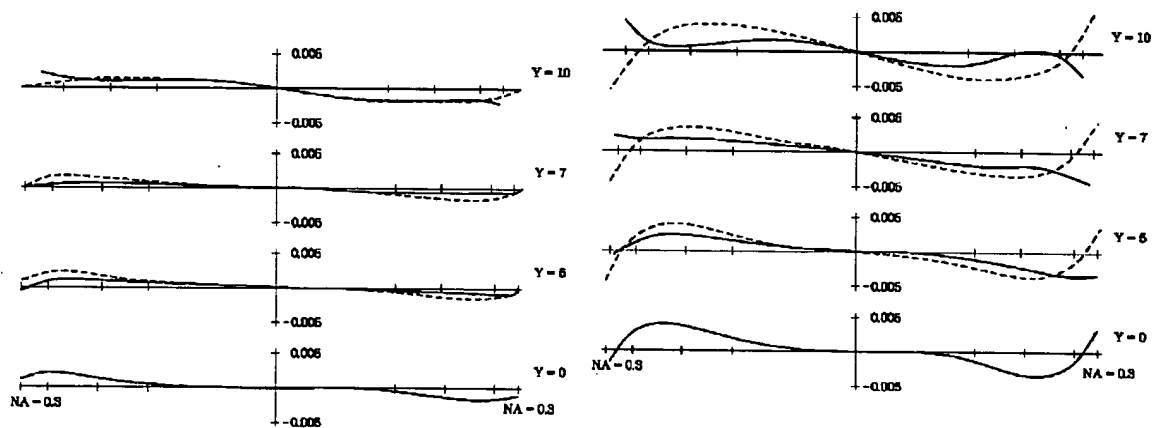
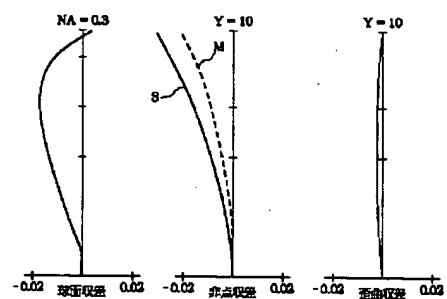
【図2】



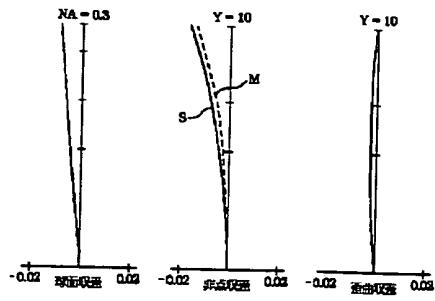
【図3】



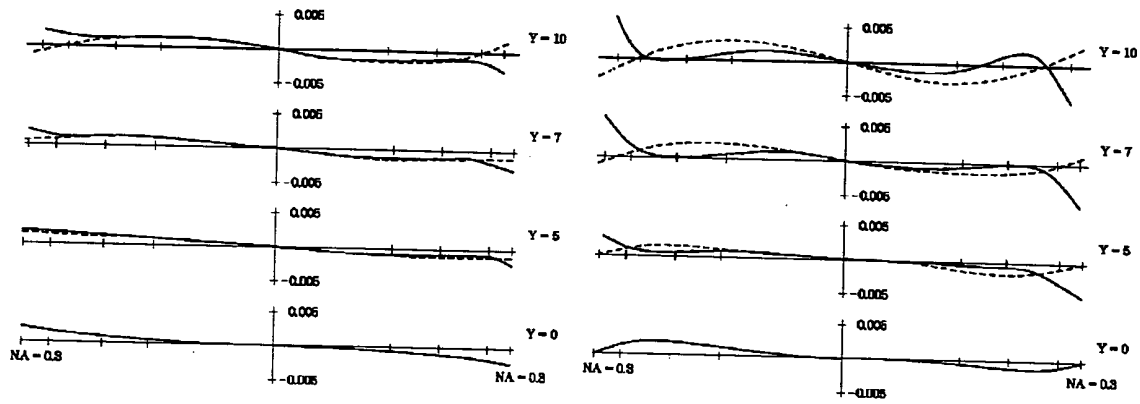
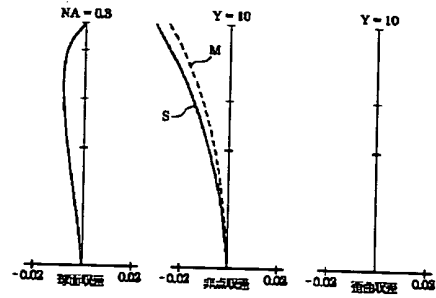
【図4】



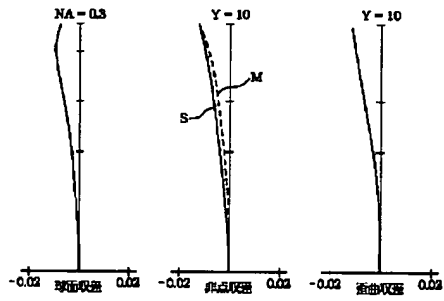
【図5】



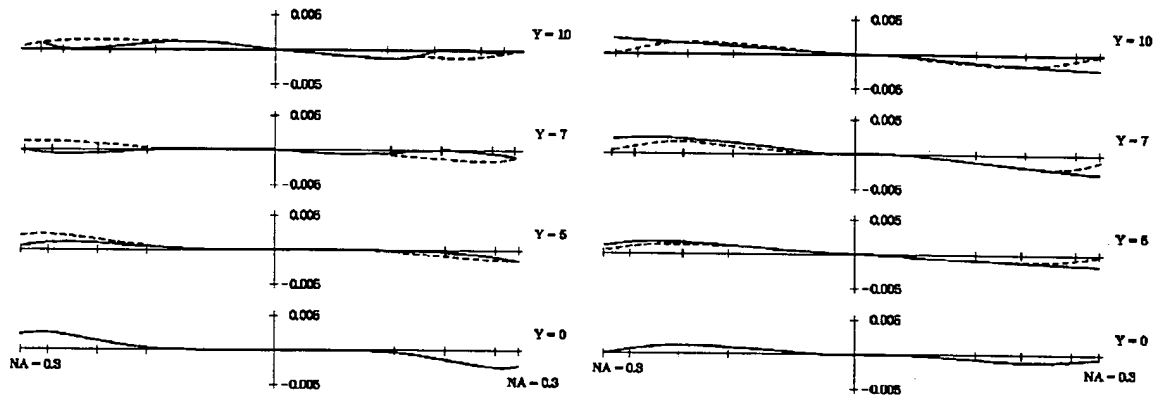
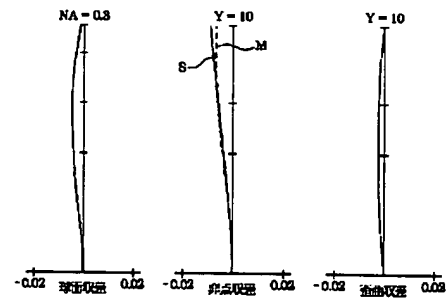
【図6】



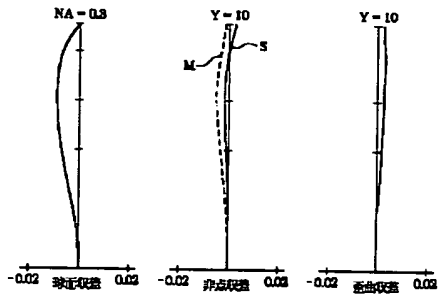
【図7】



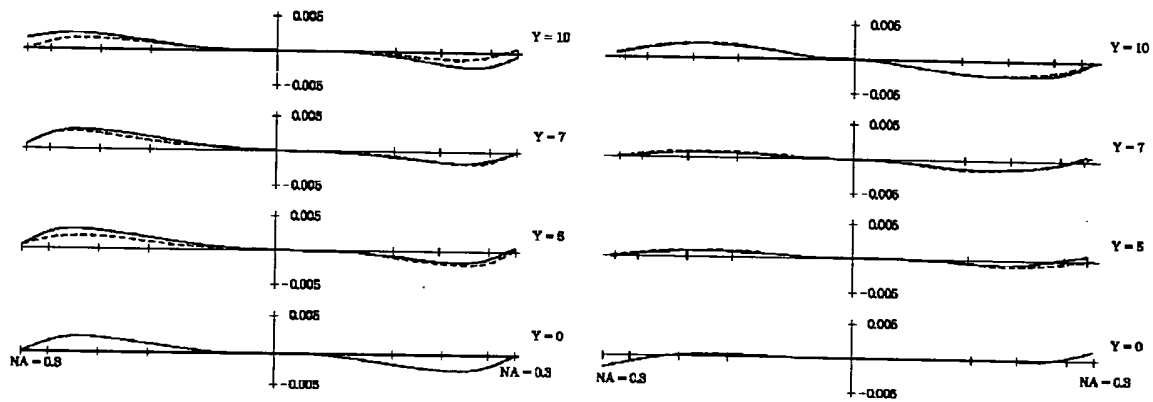
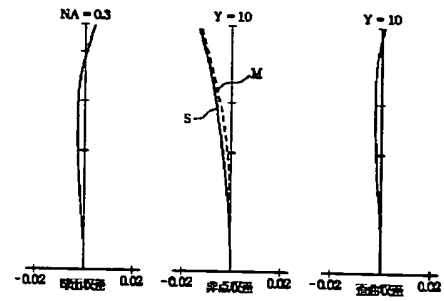
【図8】



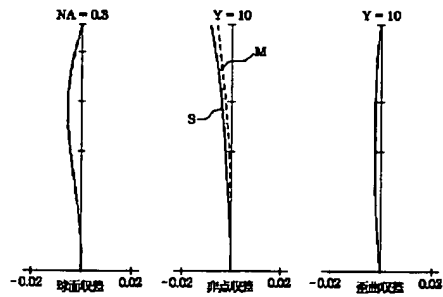
【図9】



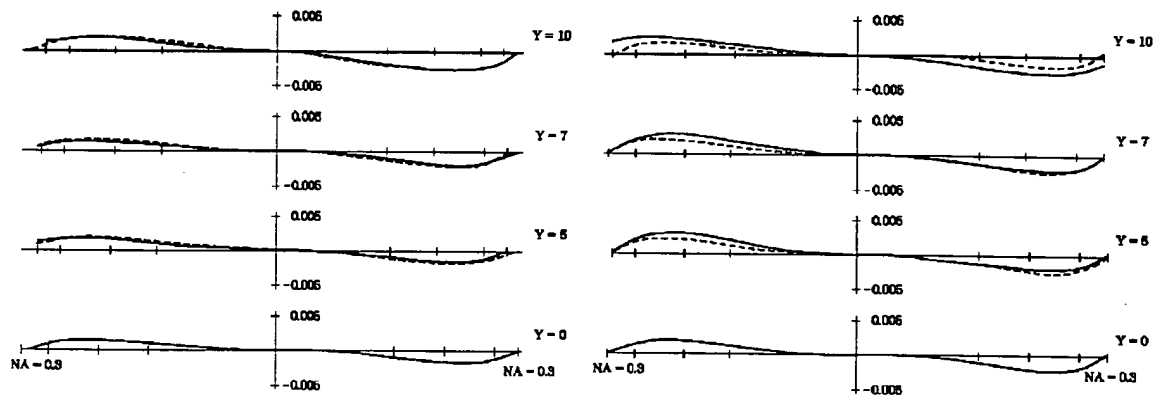
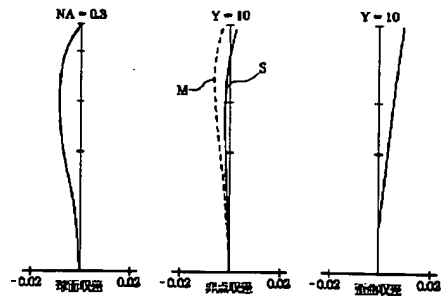
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁸

G 0 3 F 7/20

識別記号

5 0 5

5 2 1

片内整理番号

9122-2H

F I

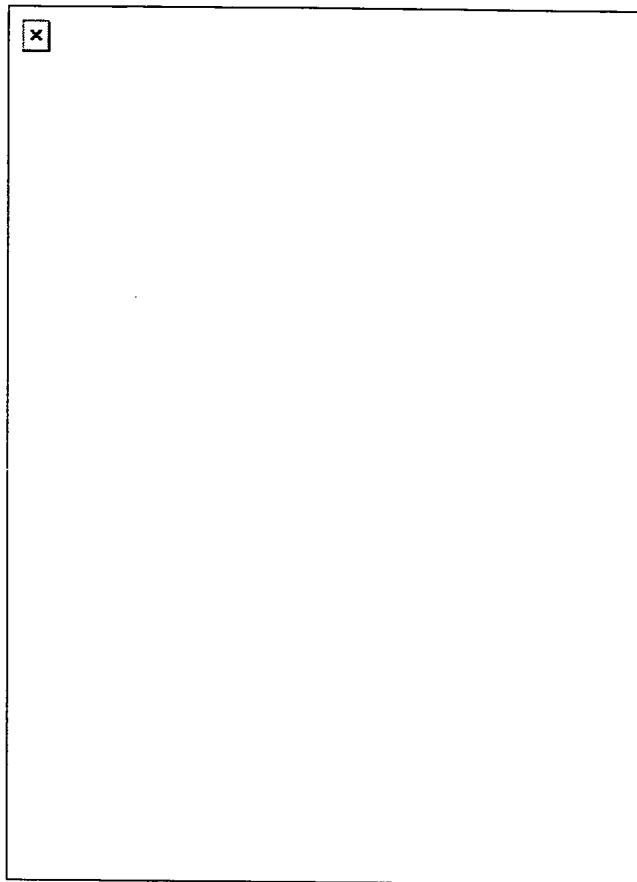
技術表示箇所

SYNCHRONOUS INJECTION LASER DEVICE

Patent number: JP9214023
Publication date: 1997-08-15
Inventor: KASAMATSU TADASHI
Applicant: NEC CORP
Classification:
- **international:** H01S3/05; G03F7/20; H01L21/027; H01S3/105
- **european:**
Application number: JP19960037575 19960131
Priority number(s):

Abstract of JP9214023

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a narrow-band synchronous-injection laser device which has a low space coherence.
SOLUTION: When a length of a resonator is adjusted by controlling a diameter of a variable-diameter aperture 205 and a variable resonator-length mechanism 204, an equivalent Fresnel number of amplifier-stage unstable resonator 207 is set at an integer to form an amplifier-stage multi-transverse mode oscillator 12 which can oscillate in a multi-transverse mode. When a multi-transverse mode narrow-band seed beam 301 having a sufficient intensity for synchronous injection is injected into the amplifier-stage multi-transverse mode oscillator 12 so that oscillation outputs are synchronously injected in the respective transverse modes to have each a narrow band. Accordingly, the amplifier-stage multi-transverse mode oscillator 12 oscillates in multi-transverse modes in such a manner that the transverse modes have each a narrow band. Thereby a space coherence is made as low as 1/(the number of transverse modes) of that in a single transverse mode.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide